

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF SPRAYING IN THE CULTIVATION OF CEREALS

Borisenko I. B., Romenskaya O. N., Sidorov A. N., Kholod A. A., Dadykina M. S.

Volgograd State Agrarian University
Volgograd, Russian Federation

Corresponding author E-mail: borisenivan@yandex.ru

Received 10.03.2024

Submitted 10.05.2024

Abstract

Introduction. The plant protection system includes a set of methods, techniques and means aimed at preserving the harvest, protecting cultivated plants from diseases and pests, and ensuring the safety of grown products. The technological process of ground spraying of cereal crops depends on the type of nozzle and its location relative to the boom. With a vertically directed arrangement of bodies, the fundamental factor for successful spraying is the choice of the type of nozzles, the spray rate and the average droplet size. The purpose of the research was to substantiate the technology of application and technical means of chemical treatment of soil and plants for the cultivation of cereal crops based on the modernization of a ground boom sprayer, which helps to increase the productivity and consumer quality of crop products in combination with the safe application of a working solution.

Materials and methods. To compare the technological advantage of spraying with double-jet injection nozzles with asymmetric jet angles over conventional single-flare injection nozzles, field production tests of the spraying process with different nozzles (single-flare flat jet – XR8003 and AI3070) were carried out. Qualitative indicators of the dispersed composition of settled drops and the thickness of the coating of the treated object were determined by the indicator strip method in accordance with GOST R 53053. **Results and discussions.** Interim results of studies of the influence of the spraying technological process on the qualitative indicators of droplet distribution at various levels of the plant stand are presented in a graphical representation. The coefficient of change in quality indicators is given relative to the basic spraying technology based on slot sprayers for a zone of 10 centimeters after 20 centimeters. **Conclusion.** The research results showed that the use of slot sprayers reduces the amount of coverage area in the lower part of the stems relative to the upper by 2.90 times. For the two-flare spraying method – 0.87 times, and when arranging nozzles according to RF patent No. 2783606 – 0.90 times.

Keywords: spraying technologies, cereal crops, quality indicators of spraying, two-flare nozzles, chemical plant protection products.

Citation. Borisenko I. B., Romenskaya O. N., Sidorov A. N., Kholod A. A., Dadykina M. S. Technological aspects of spraying in the cultivation of cereals. *Proc. of the Lower Volga Agro University Comp.* 2024. 3(75). 321-330 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-37.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the design, execution, or analysis of this study. All authors of this article have reviewed and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 632.98/631.3

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПРЫСКИВАНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ
ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХБорисенко И. Б., доктор технических наук, профессор
Роменская О. Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Сидоров А. Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Холод А. А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Дадыкина М. С., магистрантФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Российская Федерация

Актуальность. Система защиты растений включает совокупность методов, приемов и средств, направленных на сохранение урожая, защиту культурных растений от болезней и вредителей, обеспечение безопасности выращиваемой продукции. Технологический процесс наземного опрыскивания колосовых зерновых культур зависит от типа форсунки и её расположения относительно штанги. При вертикально направленном расположении корпусов, основополагающим фактором успешного проведения опрыскивания является выбор типа форсунок, нормы расхода распылителя и средней величины капли. Цель исследований заключалась в обосновании технологии применения и технических средств химической обработки почвы и растений для возделывания зерновых колосовых культур на основе модерниза-

ции наземного штангового опрыскивателя, способствующие повышению продуктивности и потребительского качества продукции растениеводства в сочетании с безопасным внесением рабочего раствора. **Материалы и методы.** Для сравнения технологического преимущества опрыскивания посредством инжекторных двухфакельных форсунок с асимметричными углами факелов перед обычными однофакельными инжекторными форсунками были проведены полевые производственные испытания технологической операции опрыскивания с различными форсунками (однофакельный плоскоструйный – XR8003 и AI3070). Качественные показатели дисперсного состава осевших капель и густота покрытия объекта обработки, определяли методом индикаторных полосок в соответствии с ГОСТ Р 53053. **Результаты и обсуждения.** Представлены промежуточные результаты исследований влияния технологического процесса опрыскивания на качественные показатели распределения капли на различных уровнях стеблестоя в графическом изображении. Коэффициент изменения качественных показателей приведен относительно базовой технологии опрыскивания на основе щелевых распылителей для зоны 10 сантиметров через 20 сантиметров. **Заключение.** Результаты исследований показали, что применение щелевых распылителей снижает количество площади покрытия в нижней части стеблей относительно верхней в 2,90 раза. Для метода двухфакельного опрыскивания – 0,87 раза, а при расстановке форсунок по патенту РФ №№2783606 – 0,90 раза.

Ключевые слова: технологии опрыскивания, зерновые колосовые культуры, качественные показатели опрыскивания, двухфакельные форсунки, химические средства защиты растений.

Цитирование. Борисенко И. Б., Роменская О. Н., Сидоров А. Н., Холод А. А., Дадыкина М. С. Технологические аспекты опрыскивания при выращивании зерновых колосовых. *Известия НВ АУК.* 2024. 3(75). 321-330. DOI:10.32786/2071-9485-2024-03-37.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Величина и качество продукции растениеводства зависит от совокупного сочетания многих погодно-климатических, почвенных и технологических факторов. Улучшению качества зерна и уменьшению потерь продукции способствует применение прогрессивных приёмов выращивания сельскохозяйственных культур, семенного материала, средств защиты, питания растений, в том числе интенсивных технологий и внедрение новейших методов [6].

Способность пшеницы произрастать в разнообразных климатических условиях делает её одной из самых распространённых зерновых культур на планете. Обладая высоким продовольственным потенциалом, пшеница представляет большой интерес дальнейшего роста экономической эффективности с организационно-хозяйственной точки зрения.

Исследования показывают, что в настоящее время достигнутый уровень урожайности озимой и яровой пшеницы, с многообразием сортов с «подходящими» характеристиками, далеко не исчерпывает возможности этой культуры. Применяемые технологические мероприятия нельзя считать удовлетворительными, так как объёмы производства зерновых во многих сельскохозяйственных районах России неустойчивы.

Безусловно, в значительной степени величина и качество урожая любой культуры зависят от качественного и своевременного, научно-обоснованного проведения и применения всего комплекса мероприятий по подготовке почвы, семенного материала, средств защиты и питания растений. Недооценка или нарушение любого технологического элемента возделывания может привести к недобору и ухудшению качества урожая, неоправданным затратам. Однако широкий спектр средств химической защиты сельскохозяйственных культур при возможном нарушении регламента использования приводит к загрязнению окружающей среды, что оказывает экотоксикологическое воздействие на живые организмы [7].

Следует отметить, что ухудшение фитосанитарного состояния посевов является одной из причин снижения урожайности пшеницы в любой зоне этой культуры. Наиболее экстремальные ситуации создаются в такие важные периоды, как выход в трубку – колошение, цветение – восковая спелость, что сказывается на озерненности колоса и выполненности зерна [5]. Минимизация использования агрохимикатов при обработке сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей, а также снижение гектарной нормы при внесении удобрений является одним из направлений снижения парниковых газов в атмосфере, что лежит в основах реализации регенеративного земледелия [8, 9, 10].

Кроме того, обеспечение растений азотным питанием в период всей вегетации имеет важное значение, при этом лидирующее место занимают внекорневые подкормки. Поэтому технологическая операция опрыскивание имеет большое значение в технологии выращивания пшеницы. Соответственно, использование дорогостоящих средств защиты растений и жидких удобрений должно осуществляться только на основе обследования полей и диагностики минерального питания растений [3]. Также необходимо отметить, что при выборе технологического процесса опрыскивания необходимо обратить внимание на тип полегания посевов: стеблевое или прикорневое.

В связи с этим нами была поставлена цель обосновать технологию применения и технические средства химической обработки почвы и растений для возделывания зерновых колосовых культур на основе модернизации наземного штангового опрыскивателя, способствующие повышению продуктивности и потребительского качества продукции растениеводства в сочетании с безопасным внесением рабочего раствора.

Материалы и методы. Технологический процесс наземного опрыскивания зависит от типа форсунки и её расположения относительно штанги. При вертикально направленном расположении корпусов, основополагающим фактором успешного проведения опрыскивания является выбор типа форсунок, нормы расхода распылителя и средней величины капли [2, 11, 12]. Однородность спектра капель также увеличивает равномерность покрытия. Для пробивания «хлебостоя» в вертикальной плоскости нужна крупная капля, но это большой расход рабочего раствора и стекание с листьев.

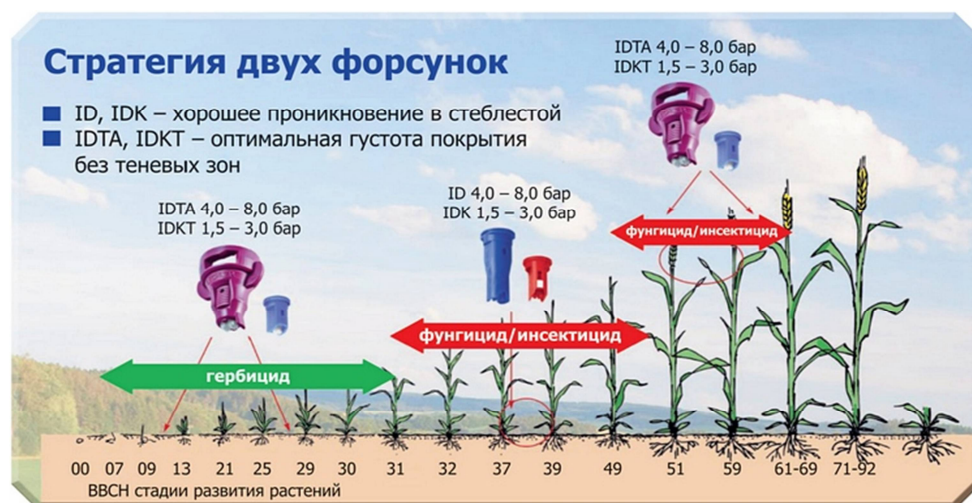


Рисунок 1 – Стратегия двух новых типов форсунок
Figure 1 – Strategy of two new types of injectors

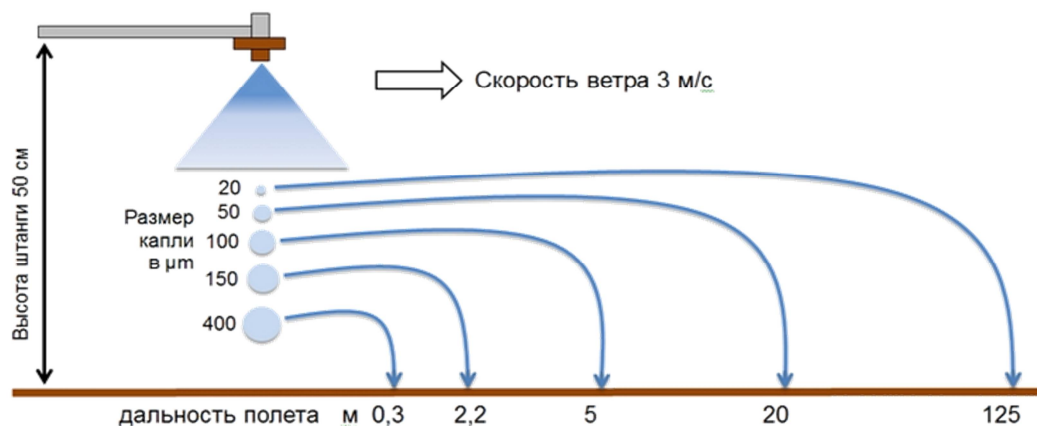


Рисунок 2 – Влияние размера капли на дальность сноса при скорости ветра 3 м/с
Figure 2 – Effect of droplet size on drift distance at wind speed of 3 m/s

В результате постоянного совершенствования техники создаются все более совершенные форсунки. Новые типы форсунок минимизировали недостатки предыдущих. Достаточно простые щелевые (ST, LU, AD, DF), все еще используемые из-за их небольшой стоимости. Высокотехнологичными инжекторными форсунками (ID3, IDK, IDKT) частично решают проблему ветра (до 5 м/с), увеличив размер капли инъекцией и дробя её при встрече с препятствием, но всё равно не добиваются требуемого распределения капли по высоте стебля более 0,5 метра [2].

Несмотря на значительную разницу в стоимости, высокотехнологичные инжекторные форсунки находят все большее применение из-за неоспоримых преимуществ в работе – за счет существенного снижения потерь при сносе и испарении, а также более равномерного распределения средств защиты растений по обрабатываемой поверхности. В растительных массивах площадь покрытия определяется способностью проникновения капель в стеблестой [1, 3].

Для увеличения проникающей способности капли в стеблестой применяют двухфакельные форсунки. Фирма Lechler представила форсунку IDTA, а Teejet – инжекторную двухфакельную асимметричную форсунку AI3070, специально разработанные для работы с зерновыми культурами.



Рисунок 3 – Схема работы форсунок IDTA (Lechler) и AI3070 (Teejet)
Figure 3 – Scheme of operation of IDTA (Lechler) and AI3070 (Teejet) injectors

Асимметричность двух факелов позволяет под более прямым углом обрабатывать поверхность вертикально стоящих объектов [4]. Два асимметричных факела: 30° отклонение от вертикали по ходу движения обеспечивает отличное проникновение для зерновых культур, а отклонение от вертикали против движения от 50° до 70°, с различными потоками жидкости, максимизирует охват семенных шапок культуры, факелы распыла применяют от 65 до 120°:

- ✓ по ходу движения применяют факел с распылом от 50 до 60% объема жидкости;
- ✓ факел распыла против движения распыляет от 40 до 50% объема, при этом в этом потоке формируются капли, которые дополнительно придавливают к целевой поверхности, образовавшиеся мелкие и дрейфующие капли против движения с первого факела.

На рисунке 4 представлена технологическая схема опрыскивания посредством инжекторных двухфакельных форсунок с асимметричными углами факелов распыла в продольном направлении.

Проникновение капель достигается кинетической энергией капель факелов, которые раздвигают стеблестой впереди и сзади в плоскости расположения форсунок.

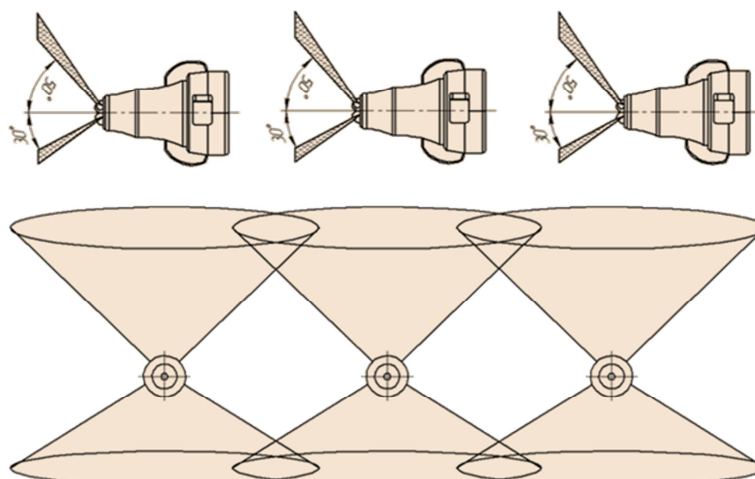


Рисунок 4 – Технологическая схема опрыскивания посредством инжекторных двухфакельных форсунок с асимметричными углами факелов распыла

Figure 4 – Technological scheme of spraying by means of injector two-flare nozzles with asymmetrical spray nozzle angles

Данная технология опрыскивания и конструкция форсунки позволяет обрабатывать растения при скорости ветра до 7 м/с и рабочей скорости до 25 км/ч с минимальным сносом рабочего раствора. Второй блок применения – это внесение фунгицидов/ инсектицидов по колосу у зерновых колосовых, а также применение десикантов на бобовых и пр. Такой тип форсунки позволяет качественно обрабатывать целевые поверхности действующими веществами контактного типа действия, когда качество покрытия имеет большое значение. Одним из преимуществ перед обычными однофакельными инжекторными форсунками является более жесткий корпус [3]. Данная форсунка является базовой для:

- ✓ регионов с высокой температурой;
- ✓ ветреных регионов;
- ✓ для опрыскивания на высоких скоростях.

В ходе теоретического анализа и полевых исследований нами было выявлено, что недостатком такого способа является снижение равномерности нанесения жидкостно-воздушных капель на стебле, тыльной и внутренней стороне листа, в зонах слияния потоков равнонаправленных факелов распыла от соседних форсунок.

Перед нами была поставлена задача – повышение эффективности наземного опрыскивания. Данная задача решалась исключением слияния факелов распыла от соседних форсунок, обеспечивающее повышение проникновения распыляемого рабочего раствора в листовую часть растений и увеличение равномерности его нанесения.

Более равномерный и глубокий результат проникновения капель достигается новой расстановкой форсунок [патент РФ №2783606].

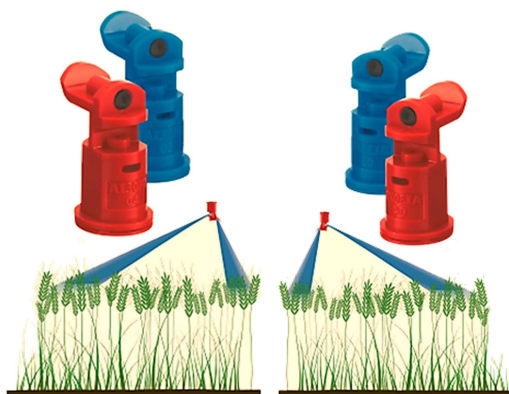


Рисунок 5 – Технологическая схема процесса опрыскивания по патенту № 2783606

Figure 5 – Technological diagram of the spraying process under patent No 2783606

При этом каждая последующая форсунка установлена с разворотом на 180 градусов от предыдущей. Последовательное изменение асимметричных углов факелов распыла относительно оси форсунки вызывает переменное воздействие на растение факелом потока распыляемого рабочего раствора (рисунок 6). Такое воздействие потоками жидкости, по образуемой синусоидальной линии, снижает плотность стояния растений, что увеличивает проникновение рабочего раствора в зоны затенения от листьев и стеблей.

Предварительно полученные результаты полевых исследований показали технологическую эффективность применения способа наземного опрыскивания жидкостно-воздушными каплями по патенту РФ №2783606 относительно традиционного опрыскивания, как простыми щелевыми, так и с двухфакельными форсунками с асимметричными углами факелов распыла.

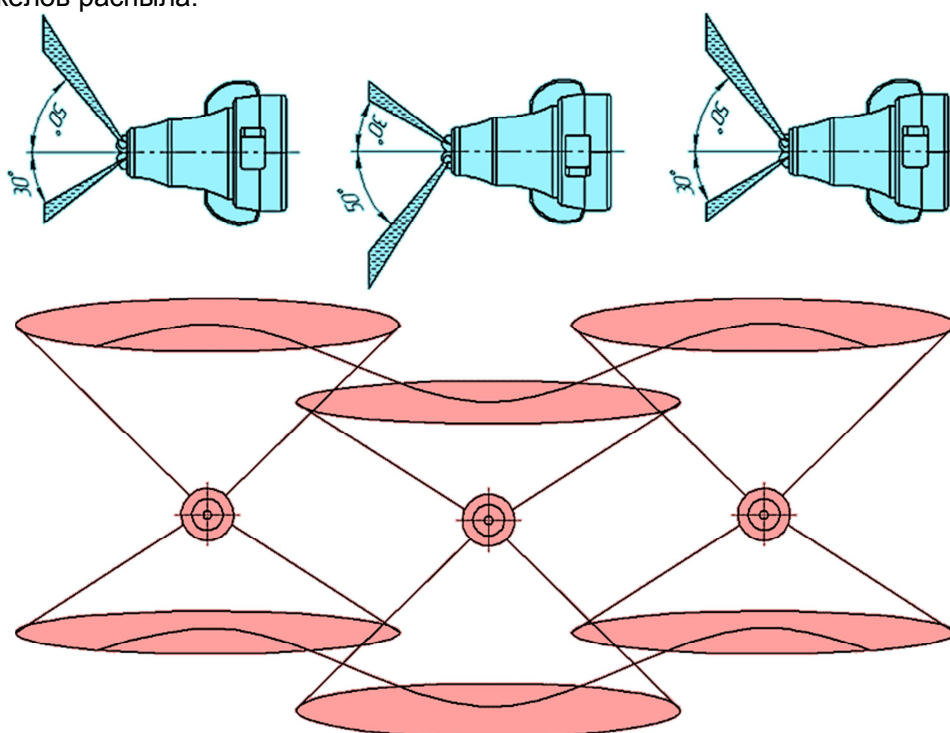


Рисунок 6 – Технологическая схема опрыскивания посредством инжекторных двухфакельных форсунок с асимметричными углами факелов распыла с установкой соседних форсунок с разворотом на 180 градусов от предыдущего

Figure 6 – Technological scheme of spraying by means of injector two-flare nozzles with asymmetrical angles of spray flames with the installation of adjacent nozzles with a 180-degree rotation from the previous one

Результаты и обсуждения. Чтобы сравнить технологическое преимущество опрыскивания посредством инжекторных двухфакельных форсунок с асимметричными углами факелов перед обычными однофакельными инжекторными форсунками, были проведены полевые производственные испытания технологической операции опрыскивания с различными форсунками (однофакельный плоскоструйный – XR8003 и AI3070). Цветовая кодировка выбрана синяя, что соответствовало производительности 1,18 литра в минуту при давлении в системе 3,0 бар. При принятой скорости движения 7 км/ч, что соответствовало норме внесения рабочего раствора 200 л/га. Проверку качества покрытия каплями имитировали, на установленной в посеве стеклоарматуре, с размещением водочувствительной бумаги по высоте стеблестоя. Качественные показатели дисперсного состава осевших капель и густота покрытия объекта обработки, определяли методом индикаторных полосок в соответствии с ГОСТ Р 53053.

Для снижения влияния человеческого фактора на точность оценки покрытия рабочим раствором индикаторных полосок обработку полученных результатов исследований проводили с помощью анализа тонового изображения капель рабочего раствора в цвето-

вом пространстве файла согласно программе для ЭВМ №2022613029 от 01.03.2022. Применение данного программного продукта позволило дать оценку графического распределения густоты покрытия по высоте стеблестоя.

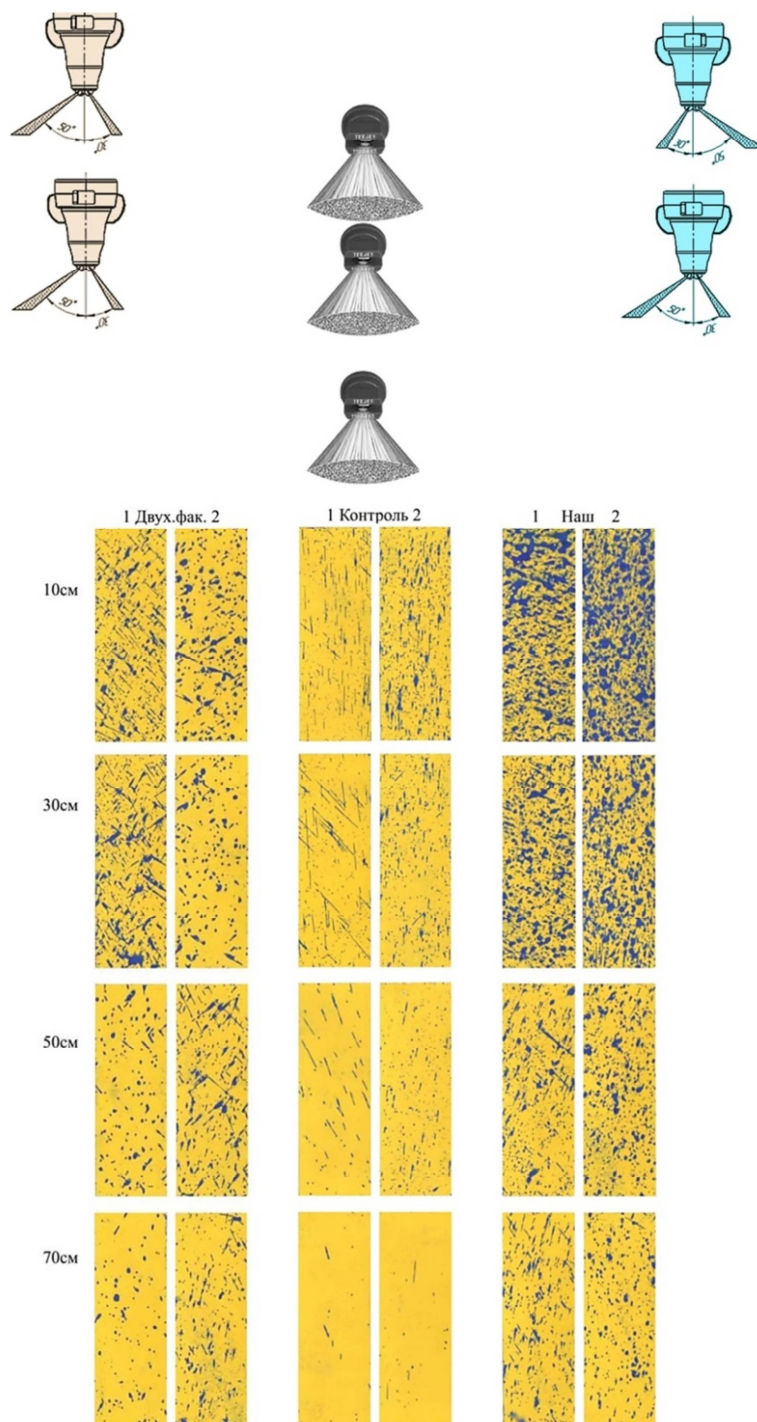


Рисунок 7 – Распределение густоты покрытия капель по высоте стеблестоя при различной технологии опрыскивания с различными распылителями: двухфакельный с асимметричными углами факелов распыла; щелевой; двухфакельный с разворотом (наш). 1 – распределение капель по ходу движения опрыскивателя, 2 – с обратной стороны

Figure 7 – Distribution of droplet coating density along the height of the stem with different spraying technology with different spray nozzles: two-flare with asymmetrical spray nozzle angles; Slit; two-flare with a turn (ours). 1 – distribution of droplets in the direction of movement of the sprayer, 2 – on the reverse side

На рисунке 8 представлены промежуточные результаты исследований влияния технологического процесса опрыскивания на качественные показатели распределения капли на различных уровнях стеблестоя в графическом изображении. Коэффициент изменения качественных показателей приведен относительно базовой технологии опрыскивания на основе щелевых распылителей для зоны 10 сантиметров через 20 сантиметров.

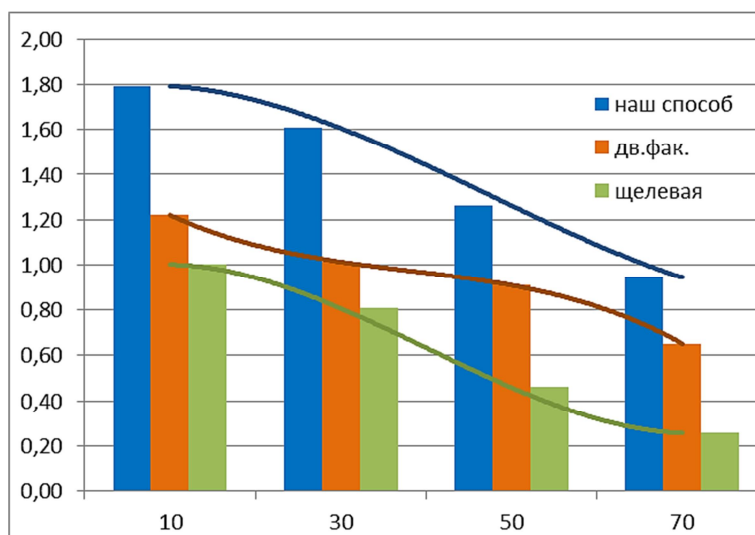


Рисунок 8 – Изменения качественных показателей распределения капли на различных уровнях стеблестоя при различном способе опрыскивания: щелевой; двухфакельный и двухфакельный с разворотом (наш)

Figure 8 – Changes in the qualitative indicators of droplet distribution at different levels of stem with different spraying methods: slot; Double-flare and double-flare with a turn (ours)

Заключение. Анализ результатов исследований показал, что применение щелевых распылителей снижает количество площади покрытия в нижней части стеблей относительно верхней в 2,90 раза. Для метода двухфакельного опрыскивания – 0,87 раза, а при расстановке форсунок по патенту РФ №№2783606 – 0,90 раза. Более существенно способ опрыскивания влияет на распределение капель по слоям. В слое 10см площадь покрытия рабочим раствором двухфакельными распылителями относительно щелевыми выше на 21,95%, а при использовании двухфакельных распылителей расставленные по «нашему» способу – на 79,27%. Соответственно по слоям: 30 см. – 20,53 и 79,88%; 50 см. – 44,92 и 80,28%; 70 см. – 39,63 и 68,70%.

Conclusions. Analysis of the research results showed that the use of slotted sprayers reduces the amount of coverage area in the lower part of the stems relative to the top by 2.90 times. For the method of two-flare spraying – 0.87 times, and for the placement of nozzles according to the patent of the Russian Federation NoNo2783606 – 0.90 times. More significantly, the method of spraying affects the distribution of droplets over the layers. In a 10 cm layer, the area covered by the working solution with two-flare sprayers is 21.95% higher by 21.95%, and when using two-flare sprayers, placed according to "our" method – by 79.27%. Respectively, by layers: 30 cm. – 20.53 and 79.88%; 50 cm – 44.92 and 80.28%; 70 cm. — 39.63 and 68.70%.

Библиографический список

1. Борисенко И. Б., Мезникова М. В., Улыбина Е. И. Научные аспекты технической модернизации опрыскивателей для химической защиты подсолнечника. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 4 (60). С. 340-349.
2. Борисенко И. Б., Мезникова М. В., Белоусов С. В. Технологический процесс полосового опрыскивания как компонент регенеративного земледелия при возделывании пропашных культур. Научный журнал КубГАУ. 2021. № 174 (10). С. 26-42.
3. Бородычев В. В., Новиков А. Е., Филимонов М. И. и др. Исследование насадки с малозероёмким искусственным дождем. Научная жизнь. 2016. № 2. С. 50-57.
4. Киреев И. М., Коваль З. М., Зимин Ф. А., Данилов М. В. Щелевой распылитель жидкости в технологии опрыскивания растений. Техника и оборудование для села. 2022. № 9 (303). С. 12-14.

5. Пикушова Э. А., Шадрина Л. А., Веретельник Е. Ю. Фитосанитарное состояние агроценоза озимой пшеницы в условиях длительного стационарного полевого опыта на черноземе выщелоченном западного Предкавказья. Научный журнал КубГАУ. 2018. № 137 (03).
6. Сорокин А. Е. Качество продукции яровых зерновых культур в зависимости от технологии их возделывания. Плодородие. 2010. № 2. С. 15-16.
7. Larras F., Charles S., Chaumot A., Pelosi C., Le Gall M., Mamy L., Beaudouin R. A critical review of effect modeling for ecological risk assessment of plant protection products. Environmental Science and Pollution Research. 2022. V. 29. № 29. Pp. 43448-43500.
8. Meznikova M. V., Borisenko I. B., Chamurlov O. G., Ulybina E. I., Romenskaya O. N. Innovative method of strip-till 3-D spraying in chemical treatment of crops to implement resource-saving approaches in strip-till technology. Biological Technologies in Agriculture: from Molecules to Ecosystems. 2021. V. 839. 042043.
9. О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2020 году: доклад. Ижевск: ООО «Принт», 2021. 300 с.
10. Иванов А. Ю., Дурманов Н. Д. Битва за климат: Углеродное фермерство как ставка России. Москва: Издательство Высшей школы экономики, 2021.
11. Башкирев А. П., Шварц А. А., Шкабенко А. Ю. Анализ работы полевых опрыскивателей. Наука в центральной России. 2019. № 6 (42). С. 50-58.
12. Shahrooz M., Talaeizadeh A., Alasty A. Agricultural spraying drones: advantages and disadvantages. Virtual Symposium in Plant Omics Sciences, OMICAS 2020 – Conference Proceedings. 2020.

References

1. Borisenko I. B., Meznikova M. V., Ulybina E. I. Scientific Aspects of Technical Modernization of Sprayers for Chemical Protection of Sunflower. Proceedings of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. 2020. № 4 (60). Pp. 340-349.
2. Borisenko I. B., Meznikova M. V., Belousov S. V. Technological Process of Strip Spraying as a Component of Regenerative Agriculture in the Cultivation of Row Crops. Scientific journal of the KubSAU. 2021. № 174 (10). Pp. 26-42.
3. Borodychev V. V., Novikov A. E., Filimonov M. I., et al. Study of a nozzle with low-energy intensive artificial rain. Scientific life. 2016. № 2. Pp. 50-57.
4. Kireev I. M., Koval Z. M., Zimin F. A., Danilov M. V. Slotted Liquid Sprayer in Plant Spraying Technology. Machinery and equipment for the village. 2022. № 9 (303). Pp. 12-14.
5. Pikushova E. A., Shadrina L. A., Veretelnik E. Y. Phytosanitary state of winter wheat agroecosystem under conditions of long-term stationary field experiment on leached chernozem of the western Ciscaucasia. Scientific journal of the KubSAU. 2018. № 137 (03).
6. Sorokin A. E. Quality of Spring Grain Crops Production Depending on the Technology of Their Cultivation. Fertility. 2010. № 2. Pp. 15-16.
7. Larras F., Charles S., Chaumot A., Pelosi C., Le Gall M., Mamy L., Beaudouin R. A critical review of effect modeling for ecological risk assessment of plant protection products. Environmental Science and Pollution Research. 2022. V. 29. № 29. Pp. 43448-43500.
8. Meznikova M. V., Borisenko I. B., Chamurlov O. G., Ulybina E. I., Romenskaya O. N. Innovative method of strip-till 3-D spraying in chemical treatment of crops to implement resource-saving approaches in strip-till technology. Biological Technologies in Agriculture: from Molecules to Ecosystems. 2021. V. 839. 042043.
9. On the state of the environment of the Volgograd region in 2020: report. Izhevsk: ООО Print, 2021. 300 p.
10. Ivanov A. Yu., Durmanov N. D. Battle for the Climate: Carbon Farming as a Bet of Russia. Moscow: Higher School of Economics Publ., 2021.
11. Bashkirev A. P., Schwartz A. A., Shkabenko A. Yu. Science in Central Russia. 2019. № 6 (42). Pp. 50-58.
12. Shahrooz M., Talaeizadeh A., Alasty A. Agricultural spraying drones: advantages and disadvantages. Virtual Symposium in Plant Omics Sciences, OMICAS 2020 – Conference Proceedings. 2020.

Информация об авторах

Борисенко Иван Борисович, доктор технических наук, главный научный сотрудник кафедры «Земледелие и агрохимия», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26).

Роменская Ольга Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие и агрохимия» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26).

Сидоров Александр Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник НИИ Центра инновационных агробиотехнологий в системе органического и точного земледелия, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26).

Холод Анатолий Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник НИИ Центра инновационных агробиотехнологий в системе органического и точного земледелия, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26).

Дадыкина Мария Сергеевна, магистрант агробиотехнологического факультета, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26).

Author's Information

Borisenko Ivan Borisovich, Doctor of Engineering Sciences, Chief Researcher of the Department of Agriculture and Agrochemistry, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26).

Romenskaya Olga Nikolaevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture and Agrochemistry, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26).

Sidorov Aleksander Nikolaevich, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Research Institute of the Center for Innovative Agrobiotechnologies in the System of Organic and Precision Farming, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26).

Kholod Anatoliy Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Research Institute of the Center for Innovative Agrobiotechnologies in the System of Organic and Precision Farming, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26).

Dadykina Maria Sergeevna, Master's Degree Student, Faculty of Agrobiotechnology, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26).

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-38

DYNAMICS OF THE CULTIVATOR RACK WITH SPRING FUSES

Gapich D. S., Kaplya E. V., Chernousov P. S., Gubaidulin D. S.

Volgograd State Agrarian University
Volgograd, Russian Federation

Corresponding author E-mail: gds-08@mail.ru

Received 15.04.2024

Submitted 20.05.2024

Summary

The elastic structure of the cultivator section generates vibrations due to uneven traction and heterogeneity of the soil. In the article presents the results of a study of forced vibrations of the stand of a modern cultivator as a result of the action of the soil resistance force.

Abstract

The forced vibrations of the stand of a modern cultivator as a result of the action of the soil resistance force are investigated. A graph of the spectral density modulus of the disturbing moment created by the soil resistance force is constructed. The spectral density graph contains two explicit maxima. The frequencies corresponding to these maxima are determined. The numerical solution of the differential equation of vibrations of the cultivator rack with spring fuses is performed. Graphs of the dependence of the rotation angle and angular velocity of the cultivator's paw on time are constructed. Phase trajectories corresponding to experimental samples of disturbing effects on the cultivator's paw are constructed.

Keywords: *cultivators, cultivator rack, cultivator leg, forced oscillations of the rack, soil destruction by working tools, self-oscillations of the working body.*

Citation. Gapich D. S., Kaplya E. V., Chernousov P. S. Dynamics of the cultivator rack with spring fuses. *Proc. of the Lower Volga Agro University Comp.* 2024. 3(75). 330-339 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-38.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 629.114.2-585

ДИНАМИКА СТОЙКИ КУЛЬТИВАТОРА С ПРУЖИННЫМИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЯМИ

Гапич Д. С., доктор технических наук, профессор
Капля Е. В., кандидат физико-математических наук, доцент
Черноусов П. С., аспирант
Губайдулин Д. С., аспирант

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Российская Федерация

Актуальность. Исследованы вынужденные колебания стойки современного культиватора в результате действия силы сопротивления почвы. Построен график модуля спектральной плотности возмущающего момента, создаваемого силой сопротивления почвы. График спектральной плотности содержит два явно-выраженных максимума. Определены частоты, соответствующие этим максимумам. Выполнено численное решение дифференциального уравнения колебаний стойки культиватора с пружинными предохранителями. Построены графики зависимости угла поворота и угловой скорости лапы культиватора от времени. Построены фазовые траектории, соответствующие экспериментальным выборкам возмущающих воздействий на лапу культиватора.